

PTERIDÒFITS I BRIÒFITS DE LES CAVITATS DE LA SERRA DE NA BURGUESA (Serra de Tramuntana, Mallorca)

per Antelm GINARD^{1,2}, Damià VICENS^{1,2,5}, Josep A. ROSSELLÓ³, Guillem X. PONS^{2,5}, Miquel MIR-GUAL⁵, Vicenç PLA^{1,2,4}, Damià CRESPI^{1,2,4}, Miquel Àngel BARCELÓ¹ i Pere BOVER^{1,6}.

Resum

Se citen els pteridòfits i els briòfits que s'han observat tant a les cavitats naturals com a les mines i pedreres de la serra de na Burguesa. En comparació amb la zona central de la serra de Tramuntana, no hi ha una flora briofítica i pteridofítica relictual, exceptuant *Homalia lusitanica* i *Asplenium scolopendrium* que s'han trobat a una única cavitat, el Clot des Sero. *Asplenium sagittatum* s'ha observat a 15 cavitats i en una d'aquestes ha desaparegut una població, per causes desconegudes, en un període d'uns sis anys. *Anogramma leptophylla*, *Asplenium petrarchae* i *Asplenium trichomanes* subsp. *inexpectans* és la primera vegada que se citen en aquesta serra.

Abstract

We have studied the pteridophytes and bryophytes observed in natural cavities as well as in mines and quarries of Na Burguesa mountain range. Compared with the central area of the Tramuntana mountains, it is not present a relictual bryophyte and pteridophyte flora, except *Homalia lusitanica* and *Asplenium scolopendrium* found at a single cavity, the Clot des Sero. *Asplenium sagittatum* was observed in 15 of these cavities and in one of them it was noticed its decline for unknown reasons, during the last six years. *Anogramma leptophylla*, *Asplenium petrarchae* and *Asplenium trichomanes* subsp. *inexpectans* are recorded for the first time in this area.

Introducció

A la conca mediterrània, i especialment a les Balears, les entrades de les cavitats constitueixen, juntament amb les zones culminals muntanyoses i els enyorjats i barrancs càrstics, àrees de refugi per espècies d'ambients mesòfils, que difícilment poden actualment trobar a l'exterior les condicions climàtiques adients pel seu desenvolupament, com a conseqüència de la desforestació i pèrdua edàfica lligades al canvi climàtic iniciat a la primera meitat de l'Holocè i a les perturbacions antròpiques (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980; GINÉS, 2000; PÉREZ-OBOL *et al.*, 2003).

La flora específica de les entrades dels avencs i esquerdes de la serra de Tramuntana (Mallorca) destaca

per l'abundància i diversitat de briòfits i per la presència de diverses espècies de pteridòfits no gens freqüents a l'exterior, o fins i tot restringits a aquests ambients, com ara *Dryopteris tyrrhena*, *Polystichum setiferum*, *P. aculeatum*, *P. x bicknellii*, *Asplenium sagittatum* (Fotos 1 i 2) i *A. scolopendrium* (Fotos 3 i 4). Així mateix, les entrades de coves i balmes que s'obrin cap al NO presenten algunes espècies d'angiospermes de distribució restringida (endemismes balearics i tirrènics) molt lligades a aquests ambients com ara *Pimpinella bicknellii*, *Urtica atrovirens* subsp. *bianorii*, *Cymbalaria aequitriloba*, *Sibthorpia africana* i *Soleirolia soleirolii* (GINÉS, 2000).

Malgrat l'interès intrínsec d'aquests ambients hi ha relativament poques dades relatives a l'estudi de la flora d'entrada de cavitats de les Balears, i bona part de la informació consolidada que es té es concentra en pocs grups taxonòmics (MAHEU, 1912; ROSSELLÓ i GINÉS, 1980; GINÉS, 1983; GRUP ESPELEOLÒGIC EST, 1986; GINÉS i GINÉS, 1992; FIOL, 1995). A més, bona part de les exploracions fetes fins ara s'han concentrat en les cavitats situades en llocs amb altituds superiors als 500 m snm i amb pluviometries locals força abundants.

La serra de na Burguesa, situada al SO de la serra de Tramuntana de Mallorca, es correspon amb dues alineacions muntanyoses de direcció NE-SO que culmina

- 1 Speleo Club Mallorca. Palma. Email: speleo.club.mallorca@gmail.com.
- 2 Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB). Margarida Xirgu, 16, baixos. E-07011. Palma.
- 3 Jardí Botànic, Universitat de València. C/Quart 80, E-46008 València & Jardí Botànic Marimurtra Fundació Carl Faust, Apartat 112, E-17300 Blanes. E-mail: rossello@uv.es
- 4 Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra. Palma-Port de Sóller, km 30,5. E-07100. Sóller.
- 5 Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa km 7,5. E-07122 Palma.
- 6 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, IMEDEA (CSIC-UIB), Miquel Marquès, 21. E-07190. Esporles.



Foto 1: *Asplenium sagittatum*, a la cova des Pastors (Foto Antelm Ginard).

Photo 1: *Asplenium sagittatum*, at the Cova des Pastors (Photo Antelm Ginard).



Foto 2: *Asplenium sagittatum*, a l'avencova de na Picacento (Foto Damià Vicens).

Photo 2: *Asplenium sagittatum*, at the Avenc-Cova de na Picacento (Photo Damià Vicens).

amb el puig Gros de Bendinat (485 m) en el S i amb la serra de son Camps al N. La sèrie estratigràfica presenta materials del Retià, Lias, Dogger, Malm, Cretaci i Oligocè (GELABERT, 1998). Les cavitats d'aquesta serra es troben majoritàriament en materials del Lias i del Retià (veure ITGE, 1991).

Es pot dir que la majoria de les cavitats de la serra de na Burguesa són cavitats clàstiques amb un fort control estructural. Es caracteritzen per tenir plantes amb morfologies corbades, generalment en forma de mitja lluna i perfils que mostren una tendència a la verticalització progressiva (BOVER *et al.*, 2004). La dissolució dels guixos subjacents, fenomen ja exposat per CAÑIGUE-RAL (1949), i reafirmat per VICENS *et al.*, (2005), ha estat motiu perquè GINÉS i GINÉS (2009) hagin afegit una

nova modalitat a la tipologia de coves d'esfondrament mallorquines, relacionada amb la dissolució dels guixos localitzats a la zona vadosa d'aquestes muntanyes.

La vegetació que cobreix la serra de na Burguesa correspon, en la major part del territori, a l'associació *Ampelodesmo mauritanicae-Arbutetum unedonis*, caracteritzada per espècies de faneròfits escleròfils, propis del pis termo (-meso) mediterrani amb ombroclima subhúmit (LLORENS *et al.*, 2007). Les espècies diagnòstiques més representatives d'aquesta associació a na Burguesa són *Pinus halepensis* Mill., l'espècie arbòria més abundant de la serra, *Arbutus unedo* L., *Calycotome spinosa* (L.) Link, *Phillyrea angustifolia* L., *Pistacia lentiscus* L., *Erica multiflora* L., *Cistus salvifolius* L., *Cistus albidus* L., *Ampelodesmos mauritani-*

Foto 3: *Asplenium scolopendrium*, al clot des Sero (Foto Antelm Ginard).

Photo 3: *Asplenium scolopendrium*, at the Clot des Sero (Photo Antelm Ginard).



Foto 4: Detall de *Asplenium scolopendrium*, al clot des Sero (Foto Antelm Ginard).

Photo 4: Details of *Asplenium scolopendrium*, at the Clot des Sero (Photo Antelm Ginard).



ca (Poiret) T. Durand & Schinz, *Rhamnus alaternus* L., i *Brachypodium retusum* (Pers.) Beauv., entre les més representatives.

Al llarg del temps, aquesta serra ha patit freqüents incendis forestals, molts d'ells intencionats; l'any 1993 es va cremar una superfície aproximada de 800 ha (GINART i MASCARÓ, 1996). Això ha propiciat l'aparició, dintre de l'estadi inicial de recuperació natural de la zona, de matollars de l'*Anthyllido-Teucrietum majorici* i de fenassars de l'*Hypochoerido-Brachypodietum retusi*, amb espècies com ara *Anthyllis cytisoides* L., *Teucrium capitatum* L. s.l., *Globularia alypum* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Fumana thymifolia* (L.) Spach, *F. laevipes* (L.) Spach, etc.

Les referències a la flora d'entrada de cavitats de la serra de na Burguesa són escadusseres i bàsicament

es refereixen a pteridòfits observats a mines i pedreres (BOVER *et al.*, 2004; GINARD *et al.*, 2004), així com a algunes cavitats verticals (GINÉS i GINÉS, 1992; GINARD *et al.*, 2006). Aquest territori presenta una elevada densitat de fenòmens càrstics, i en algunes cavitats el microclima regnant és prou diferent del de l'exterior, per la qual cosa es pot establir una flora més mesòfila sensiblement diferent (GINÉS i GINÉS, 1992). Aquests autors ja observaren la presència d'*Asplenium scolopendrium* en el Clot des Sero, cavitat situada a dita serra, i que constituïa la població més meridional detectada a Mallorca.

En aquest treball es presenten les dades referents a la distribució de briòfits i pteridòfits detectats en un mostreig representatiu de la serra de na Burguesa, amb

l'objectiu d'inferir la singularitat del seu poblament vegetal respecte a les dades conegudes sobre flora d'entrada de cavitats de Balears.

Finalment, s'han afegit dos annexos, en el primer hi ha un estudi del sòl de dues cavitats representatives de la serra de na Burguesa i en el segon hi ha dades sobre l'etimologia dels noms dels pteridòfits i els noms amb els quals són coneguts a Mallorca.

Material i mètodes

S'ha procedit a inventariar les espècies de pteridòfits i briòfits d'algunes de les cavitats de la serra de na Burguesa. Aquest inventari s'ha realitzat mitjançant prospeccions de camp, per alguns dels autors d'aquest article, durant els darrers set anys. De cadascuna de les espècies de pteridòfits s'ha anotat en tots els casos l'índex de sociabilitat, en quin ambient (ombrívol o exposat) es troba, lloc on es troba (paret o en terra), direcció de l'entrada de la cavitat i tipus de cavitat. Quant als briòfits, s'ha anotat la presència o l'absència de cada espècie a la cavitat.

Per realitzar l'estimació de la sociabilitat que presenten els pteridòfits, índex de sociabilitat, s'ha seguit

l'escala de valors de Braun-Blanquet i que presenta els següents valors:

- 1: individus aïllats
- 2: petits grups
- 3: taques o grups mitjans
- 4: poblament continu important
- 5: poblament gairebé pur o continu

Per aquest treball s'han estudiat dues mostres de sòls, una de la cova des Pastors i l'altre de la cova des Ribellet. D'aquestes mostres s'han realitzat anàlisis físiques (textura, fracció fina i gruixada, taula de colors) i químiques (pH, matèria orgànica, carbonats i conductivitat). Els resultats es poden consultar a l'annex I. Les anàlisis s'han realitzat en base a distints manuals clàssics d'estudis de sòls (LÓPEZ RITAS i LÓPEZ MELIDA, 1990; MARAÑÉS *et al.*, 1994; PLASTER, 2000; PORTA *et al.*, 1994).

Les cavitats

Les topografies detallades de les cavitats mostrejades poden trobar-se a BARCELÓ (1992), GINÉS i GINÉS (1992), GRÀCIA *et al.*, (1997), BARCELÓ *et al.*, (1998), VICENS *et al.*, (2000), CRESPI *et al.*, (2001), BARCELÓ *et al.*, (2003), BOVER *et al.*, (2004), VICENS *et al.*,



Foto 5: *Adiantum capillus-veneris*, a la galeria de sa Trinxera de les coves del Pilar (Foto Damià Vicens).

Photo 5: *Adiantum capillus-veneris*, at the Galeria de sa Trinxera, Coves del Pilar (Photo Damià Vicens).

(2005), GINARD *et al.*, (2006), CRESPI *et al.*, (2007), GINARD *et al.*, (2009) i DOT i SÁNCHEZ, (2004).

Seguidament es proposa una classificació de les cavitats segons la tipologia de l'entrada; s'ha de tenir en compte que a vegades l'entrada d'una cavitat pot donar pas a un tipus de cavitat molt diferent, com ara un avenc amb una entrada horitzontal, o bé una cova amb un gran desenvolupament horitzontal però amb una entrada en forma d'avenc. Les possibilitats són nombroses, s'ha intentat simplificar-ho amb la dificultat que això comporta. Aquesta classificació és basa en la tipologia de les entrades de les cavitats i en els elements antròpics de la serra de na Burguesa.

A- Enfonsaments naturals amb parets verticals o escarpades.

Malauradament d'aquesta tipologia n'hi ha pocs exemples a la serra na Burguesa. El clot des Sero presenta aquesta morfologia i sens dubte conté una vegetació de les més interessants de la zona. Aquesta cova esta formada per una única sala, de planta gairebé circular, la cúpula de la qual s'obre a l'exterior mitjançant un esfondrament. La profunditat màxima que s'assoleix en el fons és de tan sols 13 metres i la llum, encara que més o manco atenuada, arriba pràcticament a tots els racons. Llevat d'alguns espeleotemes a les parets i al terra de la cova, les morfologies són típiques d'esfondrament, però no s'observen acumulacions de blocs en el centre de la sala. És probable que el terra, sorprenentment pla, i la volta ben regularitzada indiquin el llarg temps transcorregut des de l'etapa d'esfondraments que donaren a la cova la seva actual configuració (GINÉS i GINÉS, 1992).

Segons GINÉS i GINÉS (1992) es Clot des Sero actua com una trampa d'aire fred i l'establiment de comunitats vegetals singulars no és més que la conseqüència d'aquest microclima fred i humit, que serveix de refugi a espècies la presència de les quals a l'exterior (àrid i especialment sec i calorós durant l'estiu) seria impossible. A més de l'esmentat *Asplenium scolopendrium* (que reb una il·luminació compresa entre 3000 i 100 lux) s'hi troben exemplars dels pteridòfits *Asplenium sagittata*, *Adiantum capillus-veneris* (Foto 5) i *Polypodium cambricum* (Foto 11). També són interessants i significatius els briòfits com *Homalia lusitanica* (entre 200 i 60 lux), *Pellia endiviifolia* (entre 80 i 20 lux, juntament amb protal·lus de *Asplenium*) i *Lophocolea bidentata* (L.) Dum., així com els que ocupen altres llocs més dispersos i localitzats, com *Eucladium verticillatum* (With.) Bruch & Schimp., *Fissidens* sp. i *Rhynchostegiella tenella*; tots són pobladors habituals de coves i avencs. En canvi, a la part més seca del fons de la cavitat predominen les fanerògames *Ficus carica* L., *Parietaria judaica* L., *Rubus ulmifolius* Schott i *Rubia peregrina* L. entre altres.

B- Enfonsaments naturals amb parets verticals o escarpades i un costat inclinat.

La cova des Pastors, la cova des Ribellet, la covota des Puig Gros de Bendinat i es Clot des Batzers són uns bons exemples d'aquesta tipologia. La part superior de



Foto 6: *Anogramma leptophylla*, a la trinxera de la cova des Coloms (Foto Damià Vicens).

Photo 6: *Anogramma leptophylla*, at the cutting of Cova des Coloms (Photo Damià Vicens.)

l'avenc des Mort, una de les entrades de la cova-avenc de na Picacento i l'avenc d'en Pau també es troben dins aquesta tipologia.

La cova des Pastors consta d'una sala de gran mida i ben il·luminada. És una mostra de l'interès etnològic d'aquestes cavitats, ja que s'hi han trobat restes d'ocupacions humanes, parets d'època no determinada, i abundants condicionaments per a la seva utilització. Aquestes obres consisteixen en escalonaments per accedir a l'interior i replans amb habitacions molt desmantellades. Després dels incendis dels anys 70, els llenyaters vinguts de la península van fer servir aquestes cavitats per tenir-hi els cavalls, la qual cosa va provocar una destrucció de l'antic sòl i de les diferents estructures. La gènesi és d'esfondrament i assolix els 17 m de fondària màxima (BARCELÓ *et al.*, 1998). La boca de la cova es troba orientada cap el N. La major part dels pteridòfits i briòfits es troben just abans del paladar, entre els enderocs d'aquest.

La cova des Ribellet és una cova amb una boca d'esfondrament de dimensions considerables orientada cap al SEE i ocupada per la vegetació que creix afavorida per les peculiars condicions microclimàtiques (BARCELÓ *et al.*, 1998).

La covota des Puig Gros de Bendinat presenta la típica boca d'esfondrament de dimensions considerables, amb un desnivell d'uns 22 m, ocupada per la vegetació que aprofita el microclima existent i presenta una semblança morfològica amb altres entrades de cavitats de la



Foto 7: *Asplenium ceterach*, a l'interior de la mina de s'Olla (Foto Damià Vicens).

Photo 7: *Asplenium ceterach*, inside the Mina de s'Olla (Photo Damià Vicens).

serra de na Burguesa, com ara la cova des Pastors o la cova des Ribellet, situades relativament a prop de la covota del Puig Gros. Hi ha una petita marjada i es nota el condicionament de la part baixa, la qual cosa demostra que es va fer servir com a refugi tant en èpoques històriques com possiblement prehistòriques (VICENS *et al.*, 2000). La boca es troba orientada al S.

El clot des Batzers és una depressió ubicada al costat O de la coma S de l'Infern, a uns pocs metres per damunt del seu llit. El límit N té forma de cràter, mentre que el S és adossat al penya-segat. El clot es troba recobert d'una vegetació força densa, especialment formada per esbarzers, que impedeix observar les característiques dels fons. Les dimensions són de 28 m de longitud i 13'5 m d'amplària, arribant a tenir -17'7 m de desnivell respecte al penya-segat i -12 m en relació a la vorera N del clot. Només hi ha dues parts cobertes, una, la de més al S, ben il·luminada i plana, constitueix un bon lloc de refugi, com així ho demostren les obres de condicionament que hi presenta (GRÀCIA *et al.*, 1997).

L'avenc des Mort es localitza no molt lluny de la cova des Ribellet. Aquesta interessant cavitat presenta dues boques: una de vertical petita i una altra de dimensions considerables orientada cap el S i que dona a una dolina d'esfondrament ocupada per la vegetació. L'avenc prossegueix per un pendent que acaba en una vertical que porta a una sala. El desnivell màxim és de 30'5 m (BARCELÓ *et al.*, 1998).

Una de les tres entrades de l'avenc-cova de na Picacento, anomenada entrada principal per GINARD *et al.* (2009) i orientada cap el NNE, presenta aquesta morfologia.

La boca de l'avenc d'en Pau s'obre cap el NO a una dolina d'esfondrament de forma gairebé circular, de 8 m de diàmetre. La cova consta d'una única sala de dimensions aproximades de 16 x 9 m en planta, direcció NE-SO i desnivell de 14,8 m (CRESPÍ *et al.*, 2001).

C- Enfonsaments associats a mines o pedreres.

La mineria ha estat freqüent a la serra de na Burguesa, sobretot la relacionada amb l'extracció de guix (BOVER *et al.*, 2004). Mines que comuniquen amb cavitats clàstiques naturals es troben amb freqüència a la serra de na Burguesa, com ara la cova des Coloms (DARDER 1914; MONTORIOL, 1963; BARCELÓ *et al.*, 2003) o les coves del Pilar (MONTORIOL, 1963; VICENS *et al.*, 2005). Segons CRESPÍ *et al.* (2004) hi ha enfonsaments dels que no es pot afirmar que tinguin un origen natural (mina de s'Arbocera, mina de s'Olla, mina des Foradí, mina des Tres Pinets, mina des Pont) ja que es podrien haver format per l'enfonsament de galeries de mines, encara que les seves grans dimensions fan pensar que sí podrien tenir un origen natural. En altres casos d'enfonsament s'hi ha vist la mà de l'home, que hi

ha extret materials utilitzant pics o barrobins, encara que no es pot descartar que hi pogués haver hagut prèviament un enfonsament natural. Aquest és el cas de la pedrera Grossa, de la mina des Camí Vell de Puigpunyent i de la pedrera des Forn.

Hi ha uns quants indrets interessants, que presenten aquesta morfologia, com ara el clot de ses Falgues, la mina de s'Arbocera, la mina de s'Olla o la mina des Coll des Cocons.

El clot de ses Falgues està format per un enfonsament natural d'un sistema càrstic desaparegut gairebé del tot, amb restes de cavitats naturals. Les mines es troben per sota de l'enfonsament, i anaven a cercar els nivells amb guixos. La zona del Clot és la part més extensa de la cavitat, té una planta irregular i el terra completament cobert de blocs de diverses mides. La meitat més occidental del clot forma una balma de grans dimensions, amb una alçada en voladís de 13,8 m a la part més alta. En tota la part SE la zona del Clot delimita amb un escarpament vertical d'uns 3 m (GINARD *et al.*, 2006). Els pteridòfits i els briòfits es troben tant a l'escarpament vertical més baix com per sobre dels blocs.

A l'enfonsament de la mina de s'Arbocera es pot accedir a través d'una galeria oberta al costat E que comença amb una trinxera. De la mina n'ha quedat un enfonsament bastant profund, amb algunes parets que arriben fins al 20 m i un recorregut des de l'extrem E a l'O de 40 m. L'alçada de les parets en algun lloc, molt

localitzat, és suficient per crear el microclima necessari pel creixement dels pteridòfits (BOVER *et al.*, 2004).

La mina de s'Olla es caracteritza per presentar una galeria quasi horitzontal d'uns 20 m de llarg, de secció quadrada d'uns 2 x 2 m, que dona a la part baixa d'un enfonsament de volum apreciable, d'uns 25 m de desnivell, la qual cosa és més que suficient per a crear un microclima propici per al creixement dels pteridòfits i briòfits.

No podem saber com era aquest enfonsament abans dels treballs de mineria, però el més probable és que hi hagués un enfonsament natural. La litologia presenta a les parets de l'enfonsament consisteixen amb bretxes de materials retians. La cronologia de la gènesi d'aquestes bretxes podria ser pliocena o quaternària (BOVER *et al.*, 2004).

La mina des coll des Cocons consta de dues galeries que donen a un enfonsament, amb la finalitat d'obtenir guix, com s'ha pogut constatar en nombroses mines de la serra de na Burguesa i en pedreres properes (ses Vinyes, Clot d'en Dalmau i na Carnissera).

L'enfonsament té una forma més o manco ovalada. La seva amplada màxima en l'orientació E-O és de 40 m, i la mínima en orientació N-S és de 24 m. Presenta una morfologia típica en el enfonsaments localitzats en les mines de na Burguesa: fons cobert de blocs i terra amb abundant vegetació i amb les parets verticals i lleugerament extraplomades.



Foto 8: *Asplenium onopteris*, a l'avenc des Mort (Foto Damià Vicens).

Photo 8: *Asplenium onopteris*, at the Avenc des Mort (Photo Damià Vicens).

Quant a l'aspecte de conservació cal lamentar, una vegada més, la gran quantitat de fems i deixalles que hi ha en el fons d'aquests tipus d'enfonsaments (GINARD *et al.*, 2009; CRESPI *et al.*, 2010).

D- Entrades horitzontals o sub-horitzontals de mida modesta.

Tipologia d'entrada molt comuna de la serra de na Burguesa. Exemples d'aquesta tipologia en tenim a l'avenc de na Boira, l'avenc des Cérvol, la cova des Caçadors, etc. En moltes d'ocasions no hi ha cap pteridòfit.

E- Avencs de boca ampla.

Són poques les cavitats de na Burguesa que presentin aquesta morfologia. L'avenc de sa Moneda n'és un exemple, té una boca de dimensions considerables (14 m x 9 m aprox.) i després d'una vertical de 30 m s'arriba a una sala de 42 m x 42 m.; gairebé en el centre de la sala, destaca una columna de 21 m d'alçada (BARCELÓ, 1992).

Una de les entrades de la cova-avenc de na Pica-cento, també es pot classificar dins d'aquesta morfologia. La part superior presenta forma d'embut d'uns 6 m

de diàmetre i a continuació hi ha un pou més estret que dóna al sòtil de la sala Principal de la cova.

F- Avencs de boca estreta.

Són entrades que tenen aproximadament entre 0,5 i 2 m de diàmetre; en general presenten una verticalitat pronunciada o les parets en forma d'olla.

La cova de s'Aigo Estiulada té una entrada que sembla un avenc amb una boca modesta per la qual cosa està inclosa dins aquesta tipologia.

L'avenc de s'Embut, l'avenc des Coll de Son Camps tendrien una boca amb les parets en forma d'olla.

L'avenc des Coll de Son Camps té una boca de 3m x 1m i dóna a una espaiosa sala de 10m x 10m presidida per una imponent estalagmita, i amb un desnivell de 10 m. La penetració del llum afavoreix la vegetació d'interior, amb les omnipresents cianofícies (DOT i SÁNCHEZ, 2004).

G- Balmes.

Tipologia molt habitual a la serra de na Burguesa; només algunes localitats presenten una comunitat singular de pteridòfits. La balma de sa Falzia Negra, amb



Foto 9: *Asplenium trichomanes* subsp. *quadrivalens* i *Selaginella denticulata*, a la Covota des Puig Gros de Bendinat (Foto Damià Vicens).

Photo 9: *Asplenium trichomanes* subsp. *quadrivalens* and *Selaginella denticulata*, at the Covota des Puig Gros de Bendinat (Photo Damià Vicens).



Foto 10: Detall d'*Asplenium trichomanes*, a la cova des Ribellet (Foto Mateu Vadell).

Photo 10: Details of *Asplenium trichomanes*, at the Cova des Ribellet (Photo Mateu Vadell).

una orientació cap el NNE, és de les poques amb un microclima adient per trobar-hi poblament de pteridòfits (CRESPÍ *et al*, 2010).

H- Trinxeres.

Es troben associades a mines o pedreres i es poden trobar exemples d'aquesta tipologia a les coves del Pilar, la cova des Cavall o la cova des Coloms.

En aquestes trinxeres normalment s'observa la roca nua, com ara a les coves del Pilar o a la cova des Cavall, i a les parets habitualment s'hi poden trobar nombrosos briòfits però pocs pteridòfits. A la trinxera de la cova des Coloms, a part de roca també hi ha bretxes i restes de sòls.

Catàleg florístic

BRIÒFITS

La determinació del material observat ha permès identificar la presència de 4 hepàtiques i 14 molsets a les cavitats de la serra de na Burguesa. La distribució a les cavitats mostrejades es presenta a la Taula 1.

Frullania dilatata (L.) Dumort.

Espècie corticícola, que rarament es troba entre les gespes d'altres briòfits o damunt roques. La seva presència a la flora d'entrada de cavitats és accidental.

Lophozia turbinata (Raddi) Steph.

La seva presència caracteritza els indrets argilosos, una mica humits, i amb poca llum dels avencs. Freqüent a l'exterior, ja s'havia detectat als avencs de la serra de Tramuntana (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980).

Lunularia cruciata (L.) Lindb.

Abundant a totes les Balears, en molts d'ambients. Presència ocasional com a integrant de la flora d'entrada de cavitats mallorquina (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980).

Pellia endiviifolia (Dicks.) Dumort.

Prèviament detectada al Clot des Sero (GINÉS i GINÉS, 1992). Rarament indicada als avencs de la part central de la serra de Tramuntana, en indrets argilosos i amb cert grau d'humitat edàfica (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980).



Foto 11: *Polypodium cambricum*, a la cova des Pastors. A la franja horitzontal central hi ha *Asplenium sagittatum* (Foto Damià Vicens).

Photo 11: *Polypodium cambricum*, at the Cova des Pastors. In the central horizontal belt *Asplenium sagittatum* is located (Photo Damià Vicens).

Brachythecium rutabulum (Hedw.) Schimp.

Espècie mesòfila, freqüent als peus de les balmes de la serra de Tramuntana. Ha estat trobada al mateixos tipus d'ambients a la serra de na Burguesa.

Eurhynchium praelongum (Hedw.) Schimp.

Presenta les mateixes apetències ecològiques que l'espècie precedent, amb la qual sol conviure a l'exterior. Presència accidental a la flora d'entrada de cavitats.

Fissidens dubius P. Beauv.

És una de les espècies més freqüents de la flora d'entrada de cavitats mallorquina (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980). Creix als llocs argilosos moderadament il·luminats.

Homalia lusitanica Schimp.

Aquesta és una de les espècies més característica de les parets dels avencs verticals de la serra de Tramuntana, i apareix rarament a les cavitats de la península d'Artà (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980). La seva presència a la serra de na Burguesa és rellevant i ja s'havia indicat prèviament al Clot des Sero (GINÉS i GINÉS, 1992), localitat més meridional de la seva distribució mallorquina.

Homalothecium sericeum (Hedw.) Schimp.

Espècie calcícola, que viu sobre terra, fusta o roques, en una gran varietat d'ambients i exposicions. Molt abundant a l'exterior però sembla ocasional la seva troballa a una cavitat.

| | Clot de Son Boronat | Cova des Vidres | Cova des Ribellet | Avenc des Fumerol | Cova des Coral·loides | Clot des Sero | Dollina des Vilarassa | Clot des Batzers | Torrent cap a na Placento | Avenc de sa Nevada | Balma de s'Estepa | Cova des Pastors | Avenc de s'Aigo Estiulada | Balma de sa Falzia Negra | Cova des Coloms | Avenc des Mort | Mina de s'Arbocera | Mina de s'Olla | Covota des Puig Gros de Bendinat | Clot de ses Falgueres |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------------------------|-----------------------|
| Hepàtiques | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Frullania dilatata</i> | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | |
| <i>Lophozia turbinata</i> | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | |
| <i>Lunularia cruciata</i> | | | | | | | | | | | | | | + | | + | | | | |
| <i>Pellia fabroniana</i> | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| Molses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Brachythecium rutabulum</i> | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | |
| <i>Eurhynchium meridionale</i> | + | + | + | | | | | | + | + | | | + | | | + | + | + | | + |
| <i>Eurhynchium praelongum</i> | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fissidens dubius</i> | | | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Homalia lusitanica</i> | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Homalothecium sericeum</i> | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | |
| <i>Hypnum cupressiforme</i> | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leptodon smithii</i> | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | |
| <i>Orthotrichum anomalum</i> | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | |
| <i>Plagiomnium undulatum</i> | | | + | | | | | | | | | | | | | + | | | | |
| <i>Rhynchostegium megapolitanum</i> | + | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rhynchostegiella tenella</i> | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | |
| <i>Scleropodium touretii</i> | | | | | | | | | + | | | | | | + | | | | | |
| <i>Scorpiurium circinatum</i> | | | + | | | | | | + | | + | + | | | + | | + | | + | + |

Taula 1: Distribució dels briòfits a les cavitats de na Burguesa.

Table 1: Distribution of bryophytes in the cavities of Na Burguesa range.

Hypnum cupressiforme Hedw.

Espècie calcícola, que viu sobre terra, fusta o roques, en una gran varietat d'ambients i exposicions. Molt abundant a l'exterior però no indicada prèviament a cavitats.

Leptodon smithii F. Weber & D. Mohr

Espècie rupícola o, més freqüentment epífita, molt abundant a la serra de Tramuntana i que es coneixia de les parets de dos avencs (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980).

Orthotrichum anomalum Hedw.

Espècie rupícola, molt abundant a la serra de Tramuntana i que no es coneixia prèviament a la flora dels avencs mallorquins. Sembla ocasional la seva presència a cavitats.

Plagiomnium undulatum (Hedw.) T.J. Kop.

Els integrants de la família Mniaceae presenten una notable freqüència d'aparició als avencs mallorquins, en llocs feblement il·luminats, sovint als replans i al fons de les cavitats, on solen presentar un gran desenvolupament (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980).

Plasteurhynchium meridionale (Schimp.) M. Fleisch.

És l'espècie amb major freqüència d'aparició a la serra de na Burguesa. Ja s'havia citat prèviament com a espècie ocasional a la flora d'entrada de cavitats illenca (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980). Sol viure sobre sòls i roques, als llocs amb il·luminació moderada i baixa humitat ambiental. Molt freqüent a la flora de l'exterior.

Rhynchostegium megapolitanum (Blandow ex F. Weber & D. Mohr) Schimp.

Espècie molt freqüent a Balears, en llocs mèsics i protegits de la il·luminació directa. Present a tres cavitats dins l'àrea d'estudi, però no indicada prèviament a la flora d'entrada de cavitats mallorquina.

Rhynchostegiella tenella (Dicks.) Limpr.

Espècie molt freqüent a Balears, en llocs mèsics i xeròfils, preferentment sobre roques i dins una gran diversitat d'ambients. No és rara a la flora dels avencs mallorquins (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980).

Scleropodium touretii (Brid.) L.F. Koch

Espècie terrícola, freqüent a l'exterior als indrets mèsics amb una certa il·luminació. Trobada sols a dues cavitats, i prèviament no indicada a la flora d'entrada de cavitats balear.

Scorpiurium circinatum (Bruch) M. Fleisch & Loeske

Juntament amb *Plasteurhynchium meridionale* és una de les espècies d'aparició més freqüent a les cavitats de la serra de na Burguesa. Indicada prèviament, molt ocasional, a cavitats dels indrets secs de la serra de Tramuntana i a Artà (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980). Molt freqüent a la flora briofítica de Balears, en un gran rang altitudinal i en una gran diversitat d'ambients.

PTERIDÒFITS

A la Serra de na Burguesa s'han observat 10 espècies de pteridòfits; d'una de les quals se'n citen 2 subespècies. La distribució es presenta a la Taula 2.

Adiantum capillus-veneris L.

Aquesta espècie només s'ha localitzat en cinc cavitats. A les trinxeres de les mines és el lloc on s'han trobat les poblacions més grans (Foto 5).

Anogramma leptophylla (L.) Link

S'ha observat en sis cavitats (Foto 6), sempre en petits grups (índex de sociabilitat 2).

Asplenium ceterach L.

S'ha observat en gairebé la meitat de cavitats en què hi ha pteridòfits però sempre amb uns índexs de sociabilitat més aviat baixos (Foto 7). A la serra de na Burguesa, també s'ha observat a llocs ombrívols, fora de les cavitats.

Asplenium onopteris L.

S'ha localitzat en cinc cavitats però només en tres d'aquestes presenta poblacions significatives (Foto 8).

Asplenium petrarchae (Guérin) DC.

Aquesta espècie només s'ha localitzat en una paret, a prop de la cova des Coloms, orientada cap al N, que duu a la trinxera d'entrada a la cova.

Asplenium sagittatum (DC.) Bang.

S'ha localitzat aquesta espècie a 15 cavitats amb uns índexs de sociabilitat molt diferents; en algunes cavitats només hi ha individus aïllats (índex 1) i en altres grups mitjans (índex 3). Hi ha una població important a la cova des Pastors (Foto 1), a l'avenc-cova de na Picacento (Foto 2) i al clot des Sero. Cal remarcar la desaparició d'una població a la cova des Ribellet. A la tardor de l'any 2004, n'hi havia uns 80 peus aproxima-

dament, en una ampla zona de l'entrada de la cavitat i en estat de conservació molt bo. A la primavera de l'any 2007 només en quedaven uns quants peus i en molt mal estat. Durant les darreres visites, efectuades l'any 2010, s'ha pogut fer palesa la desaparició d'aquesta espècie, per causes desconegudes, en aquesta cavitat.

Asplenium scolopendrium (L.) Newman

Aquesta espècie només s'ha localitzat en el Clot des Sero (Fotos 3 i 4), cavitat que en conté una excepcional població amb un índex de sociabilitat alt (poblament continu important); al Clot des Sero s'han observat frondes de fins a 117 cm. Antigament, era recol·lectada en el Clot des Sero amb finalitats terapèutiques.

Asplenium trichomanes L. subsp. *inexpectans* Lovis

Aquesta espècie només s'ha localitzat a dues cavitats, clot de ses Falgueres i cova des Coloms.

Asplenium trichomanes L. subsp. *quadrivalens* D.E. Meyer

S'ha observat en un 25% de les cavitats on hi ha pteridòfits. Són destacables les poblacions de la Covota des Puig Gros de Bendinat (Foto 9), de la cova des Ribellet (Foto 10) i de la mina de s'Arbocera. A la serra de na Burguesa, també s'ha observat a llocs ombrívols, fora de les cavitats.

Polypodium cambricum L.

S'ha observat en més de la meitat de les cavitats, amb diferents índexs de sociabilitat (Foto 11). A la serra de na Burguesa, també s'ha observat a molts llocs ombrívols, fora de les cavitats.

Selaginella denticulata (L.) Spring.

S'ha observat en un 25% de les cavitats on hi ha pteridòfits i a vegades amb un índex de sociabilitat alt (Foto 9). A la serra de na Burguesa, també s'ha observat a molts llocs ombrívols, fora de les cavitats.

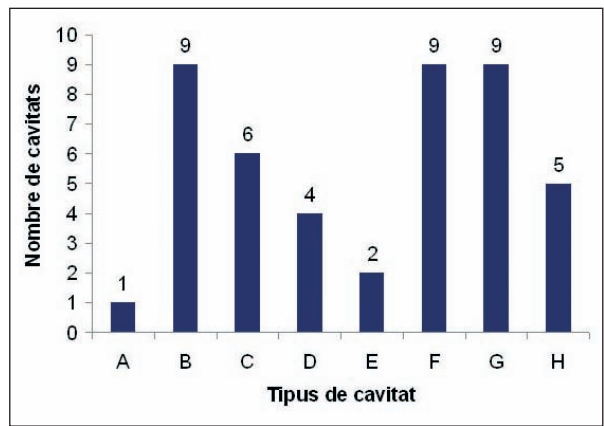


Figura 1: Nombre de cavitats en què s'hi han localitzat pteridòfits segons el tipus de cavitat.

Figure 1: Number of cavities containing pteridophytes plotted against their typology.

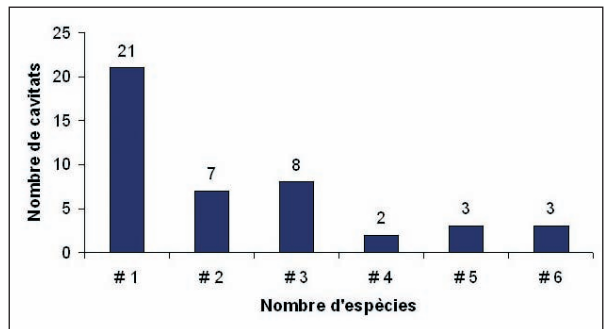


Figura 2: Riquesa florística present a les cavitats de na Burguesa. El nombre d'espècies mostrejades a cada cavitat és bàsicament molt baix, i gairebé en el 50% de les cavitats a on s'ha detectat un pteridòfit existeix una única espècie.

Figure 2: Floristic richness in the cavities of Na Burguesa range. The number of sampled species in each cavity is usually very low, and approximately in a 50% of the cavities containing pteridophytes only one species is present.

A la Taula 2, presència de pteridòfits, s'observa que algunes espècies són força freqüents com ara, *Polypodium cambricum*, *Asplenium ceterach*, *Asplenium sagittatum*, *Asplenium trichomanes* subsp. *quadrivalens* o *Selaginella denticulata*; algunes altres, per contra, no són gaire freqüents com ara, *Adiantum capillus-veneris*, *Anogramma leptophylla* o *Asplenium onopteris*.

Taula 2: Presència de pteridòfits a la serra de na Burguesa. De cada espècie s'indica: si es troba a la paret (P), en terra (T) o ambdós llocs (+); l'índex de sociabilitat segons l'escala de valors de Braun-Blanquet (1: individus aïllats, 2: petits grups, 3: taques o grups mitjans, 4: poblament continu important, 5: poblament gairebé pur o continu); si es troba en un ambient ombrívol (O), exposada al llum (E) o ambdós ambients (-). La penúltima columna indica la direcció de l'entrada de la cavitat. Finalment, la darrera columna indica el tipus de cavitat, segons la tipologia de l'entrada (A: enfonsaments naturals amb parets verticals o escarpades, B: enfonsaments naturals amb parets verticals o escarpades i un costat inclinat, C: enfonsaments associats a mines o pedreres, D: entrades horitzontals o sub-horitzontals de mida modesta, E: avencs de boca ampla, F: avencs de boca estreta, G: balms, H: trinxeres).

Table 2: Presence of pteridophytes in Na Burguesa range. For each species it is indicated: if it grows on the walls (P), ground (T) or on both sites (+); the index of sociability according to Braun-Blanquet is also indicated (1: isolated individuals, 2: small groups, 3: patches or medium-sized groups, 4: continuous population, 5: almost pure or continuous population); shady environment (O), exposed (E) or both (-); direction of the cavity entrance; and type of cavity according to their entrance typology (A: natural collapses with vertical cliffs all around, B: natural collapses with vertical cliffs but including a gently slope side, C: collapses associated to mines and quarries, D: small-sized horizontal entrances, E: vertical cavities with wide entrances, F: vertical cavities with small openings, G: rock shelters, H: artificial trenches).

| | <i>Adiantum capillus-veneris</i> | <i>Anogramma leptophylla</i> | <i>Asplenium onopteris</i> | <i>Asplenium trichomanes</i> L. subsp. <i>quadrivalens</i> | <i>Asplenium trichomanes</i> L. subsp. <i>inexpectans</i> | <i>Asplenium ceterach</i> | <i>Asplenium sagittatum</i> | <i>Asplenium scolopendrium</i> | <i>Polypodium cambicum</i> | <i>Seleginella denticulata</i> | <i>Asplenium petraeae</i> | Direcció entrada | Tipus de cavitat |
|---|----------------------------------|------------------------------|----------------------------|---|--|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------|------------------|
| Avenc d'en Pau | | | | | | | P,2,O | | | | | NO | B |
| Avenc de n'Andreu | | | | | | P,2,O | P,1,O | | | | | SE | F |
| Avenc de na Boira | | | | | | P,2,O | | | | | | - | D |
| Avenc de s'Aigo Estilada | | | | | | | P,1,O | | | +4,E | | S | F |
| Avenc de s'Embut | | | | | | | P,1,O | | | | | - | F |
| Avenc de s'Ullastre | | | | | | | | | T,1,E | | | O | F |
| Avenc de sa Moneda | | | | P,1,O | | | P,2,O | | P,1,O | | | NE | E |
| Avenc de sa Nevada | | | | | | | | | | +3,E | | - | F |
| Avenc de sa Sorpresa | | | | | | P,1,O | | | P,1,O | | | N | F |
| Avenc de s'Eriçó | | | | | | | P,1,O | | | | | - | F |
| Avenc des Cérvol | | | | | | | | | P,2,O | | | O | D |
| Avenc des Coll de Son Camps | | | | | | | P,2,O | | | | | - | F |
| Avenc des Mort | | | P,3,O | P,2,O | | | P,1,O | | | | | SO | B |
| Avenc des Xuclamel | | | | | | | | | P,1,E | | | SE | F |
| Avenc-Cova de Na Picacento | | | | | | | +3,O | | | | | NO | B |
| Avenc-Cova de Na Picacento | | | | | | | P,3,O | | | | | NE | E |
| Balma de sa Falzia Negra | | T,2,O | +3,O | +2,O | | +2,O | | | +2,O | +4,O | | NE | G |
| Balma de Sa Rapa | | | T,1,O | | | T,1,O | | | T,1,O | | | N | G |
| Balma de s'Olivella | | | | | | P,1,E | | | | | | S | G |
| Balma des Pa Porcí | | | | | | | | | | T,1,O | | N | G |
| Clot de ses Falgueres | | | | +2,O | +2,O | +2,O | | | +2,O | +2,O | | - | C |
| Clot de son Boronat | | | | | | P,1,O | P,1,O | | | T,2,O | | N | B |
| Clot des Batzers | | T,1,O | T,1,O | T,1,O | | T,1,O | | | T,1,O | T,3,O | | NE | B |
| Clot des Sero | | | | | | | T,3,O | T,4,O | P,2,O | | | - | A |
| Cova de Sa Palla | | | | | | P,3,E | | | P,3,E | | | NE | G |
| Cova dels Coloms | | P,2,O | | +2,O | +1,O | +1,O | | | +3,O | T,3,E | | NE | H |
| Cova des Cavall | P,2,O | | | | | | | | P,1,O | T,3,E | | NO | H |
| Cova des Coals | | | | | | | | | T,1,E | | | N | G |
| Cova des Pastors | P,1,O | T,2,E | | | | | T,3,E | | T,1,E | | | N | B |
| Cova des Ribellet | | | T,4,O | P,3,E | | | T,4,O | | P,2,E | +2,E | | SE | B |
| Cova Gegant | P,1,O | | | | | | | | | | | S | G |
| Cova Nova | | | | T,2,O | | | | | T,1,O | | | S | B |
| Coves del Pilar | P,3,O | | | | | | | | | | | O | H |
| Coves des Caçadors | | | | | | | | | P,2,E | | | NO | D |
| Coves des Forn de Calç | | | | | | T,1,E | | | T,1,E | | | N | G |
| Coves des Màrmol | P,2,O | | | | | | P,1,O | | | | | - | D |
| Coves des Màrmol | | | | | | T,1,E | | | T,1,E | | | - | G |
| Covota des Puig Gros de Bendinat | | +2,E | | P,3,O | | P,2,O | | | P,3,O | +3,E | | S | B |
| Cruï de sa Dauradella | | | | | | P,2,O | | | | | | - | H |
| Cruï de sa Pedrera | | | | | | P,1,E | | | | | | O | H |
| Mina de s'Arbocera | | | | T,3,E | | T,2,E | | | | | | - | C |
| Mina de s'Olla | | P,2,O | | | | P,3,O | | | P,1,O | | | NE | C |
| Mina des Camí Vell de Puigpunyent | | | | T,1,E | | | | | | | | - | C |
| Mina des Coll des Cocons | | | | T,2,O | | T,2,O | | | T,2,O | | | - | C |
| Pedrera Grossa | | | | | | P,2,E | | | | | | - | C |
| Paret al voltant de la cova des Coloms | | | | | | | | | | | P,1,O | - | - |
| TOTAL (núm de cavitats on hi ha l'espècie) | 5 | 6 | 5 | 12 | 2 | 20 | 15 | 1 | 23 | 11 | 1 | | |

Asplenium scolopendrium només s'ha observat en una cavitat i *Asplenium trichomanes* subsp. *inexpectans* només en dues. Quant a l'*Asplenium petrarchae*, només s'ha observat en una paret al voltant de la trinxera de la cova des Coloms.

Cal també destacar la desaparició de l'*Asplenium sagittatum* de la cova des Ribellet on hi havia un poblament continu important a l'any 2004; població que a hores d'ara ha desaparegut per complet.

Quant al tipus de cavitats (Fig. 1), cal destacar que fins a 9 cavitats dels tipus B, F i G s'hi ha localitzat com a mínim una espècie. Per contra s'han localitzat pteridòfits només a 1 cavitat del tipus A i a 2 cavitats del tipus E.

Segons les dades obtingudes de la Taula 2, hi ha poques cavitats en què s'hagi localitzat un nombre elevat d'espècies (Fig. 2); a mesura que augmenta el nombre d'espècies localitzades disminueix el nombre de cavitats.

Conclusions

L'exploració florística de les cavitats càrstiques, i fenòmens associats, de la serra de na Burguesa ha posat de manifest una sèrie de peculiaritats respecte al poblament dels briòfits i pteridòfits prèviament coneguts de la flora d'entrada de cavitats mallorquina. Pel que fa als briòfits cal destacar l'absència en el territori de *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Nieuwl. i alhora la raresa de *Homalia lusitanica*, dues de les espècies més conspicues del poblament muscinal de les cavitats verticals de la serra de Tramuntana (ROSSELLÓ i GINÉS, 1980). En general la flora briofítica de la serra de na Burguesa està constituïda per elements mesòfils d'ample distribució a Mallorca i que tenen una valència ecològica prou ample com per a que puguin ser considerats com a vertaders elements troglòfils.

L'element relicte briofític present a les cavitats de la serra de na Burguesa és certament marginal i poc destacable en el context del poblament briofític d'entrada de cavitats que es coneix a la serra de Tramuntana. Pot ser que algunes de les morfologies que presenten les cavitats prospectades, poc adients per l'establiment de micronínxols ecològics i per afavorir un gradient microclimàtic, siguin en bona part responsables d'aquesta manca d'elements troglòfils relictuals, emperò la poca alçada de la serra i amb menys precipitacions que altres zones de la serra de Tramuntana també deuen jugar un paper important. Tan sols l'avenc des Sero, amb la seva peculiar fesomia, sembla ser l'única cavitat que ha permès la conservació d'alguns elements singulars, com *Homalia lusitanica* i *Asplenium scolopendrium*, que testimonien que fins i tot en aquesta part meridional i xèrica de la serra de Tramuntana hi degué haver un canvi dràstic de la vegetació més mesòfil·la, amb la conseqüent rarefacció i, probablement, extinció dels elements vegetals, si més no briofítics, més sensibles al canvi climàtic.

Annex I. Anàlisi del sòl

El sòl és un sistema molt complex que serveix com a suport de les plantes, a més de servir de rebost d'aigua i d'altres elements necessaris per al desenvolupament dels vegetals. El sòl és considerat com un ens viu en el qual habiten gran quantitat d'éssers vius com petits animals, insectes, microorganismes (fongs i bacteris) que influeixen en la vida i desenvolupament de les plantes d'una manera o altra.

El sòl és un sistema obert, dinàmic, constituït per tres fases. La fase sòlida està formada pels components inorgànics i els orgànics, que deixen un espai de buits (porus, càmeres, galeries, esquerdes i altres) en què es troben les fases líquida i gasosa (principalment oxigen i diòxid de carboni). El volum de buits està ocupat principalment per aigua que pot portar ions i substàncies en solució o suspensió, per aire i per les arrels i organismes que viuen a terra. Tots aquests elements li donen les seves propietats físiques i químiques.

Es pot parlar sobre l'evolució del sòl, és a dir, canvi de les seves característiques basant-se en el clima, presència d'animals i plantes i en l'acció de l'home. Per tant un sòl natural, en el que l'evolució és lenta, és molt diferent d'un cultivat.

Per tant, la gestió adequada d'un sòl és necessària per poder preservar la seva fertilitat, obtenir millors resultats i respectar el medi ambient. D'altra banda, analitzar un sòl és necessari si el volem gestionar adequadament.

L'ESTRUCTURA DEL SÒL

Les propietats físiques i químiques d'un sòl depenen fonamentalment de la textura i de la seva estructura. La importància d'aquestes propietats és molt gran, ja que d'elles depèn el comportament de l'aire i l'aigua en el sòl, i per tant condicionen els fenòmens de ventilació, de permeabilitat i d'asfíxia radicular. D'altra banda, les propietats físiques són més difícils de corregir que les propietats químiques, d'aquí el seu interès des del punt de vista de la fertilitat d'un sòl.

Entre les petites partícules minerals dels sòls s'inclouen arenas, llims i argiles. Alguns sòls presenten a més altres partícules més grans anomenades pedres, còdols o graves. La textura defineix la quantitat d'arena, llim i argila que hi ha al sòl.

Les característiques tan especials dels sòls de les entrades de les cavitats de les Balears no han estat mai estudiats. Aquests sustenten una flora ben particular i diferent de l'entorn exterior a on estan situats.

COMPOSICIÓ FÍSICA DEL SÒL

Textura

La fracció fina, amb grans de mida inferior als 2 mm, inclou les partícules d'arena que són les més grans (entre 2 mm i 62,5 µm) i es caracteritzen per presentar un

tacte grumós. El llim és la partícula de mida intermèdia (entre 62,5 i 4 µm), situada entre l'arena i l'argila. L'argila és la partícula més petita (< 4 µm). Les combinacions d'arena, llim i argila normalment es descriuen de la següent manera:

- Textura fina: sòls formats per partícules d'argila.
- Textura mitjana: sòls de naturalesa llimosa.
- Textura gruixuda: sòls amb un alt contingut d'arena.

Per tant, la textura defineix la quantitat i la mida dels espais que hi ha entre les partícules del sòl. Aquests espais determinen la facilitat que té l'aigua per circular a través del sòl i la quantitat d'aigua que el sòl pot retenir.

La naturalesa de la fracció inferior a 2 mm de les dues mostres, la que conforma les característiques del sòl, és de naturalesa mitjana o llimosa amb arena (Taula 3).

| | Pes (g) | Fracció fina < 2 mm | Fracció gruixuda > 2 mm |
|-------------------|---------|---------------------|-------------------------|
| Cova des Pastors | 197,43 | 105,92 g (53,76%) | 91,51 g (46,24%) |
| Cova des Ribellet | 601,59 | 542,42 g (90,16%) | 59,17 g (9,84%) |

Taula 3: Fracció fina i fracció gruixuda de les mostres analitzades.

Table 3: Fine and coarse fractions in the analyzed samples.

La fracció gruixuda està composta per graves (mides entre 2 mm i 6 cm) i la majoria es corresponen amb graves fines (de 2 a 6 mm) a la cova del Ribellet (90%) i molt poques graves mitjanes (de 6 mm a 2 cm) i graves gruixades (de 2 a 6 cm). A la cova des Pastors les graves fines suposen el 60% del total de fracció gruixuda.

Taula de colors Munsell

Un dels criteris diagnòstics, molt important per a la identificació i avaluació del sòl és el color. El color és la característica del sòl més immediata i fàcil de determinar; encara que no intervé en els processos edàfics, sí és un paràmetre que serveix per avaluar altres característiques del sòl. El color es deu a la quantitat de llum reflectida en rang definit del espectre electromagnètic. La teledetecció pot ésser un instrument per detectar aquestes longituds d'ona i és útil per a l'anàlisi del color dels sòls.

Per determinar el color s'utilitza la Taula Munsell (Revised Standard Soil Color Charts, 2002). La medició dels colors es realitza gràcies a una comparació de les mostres de sòl amb la Taula Munsell que consta de 389 colors ordenats en forma sistemàtica.

Aquesta ordenació es fa d'acord amb el matís (hue), la claredat (value) y la puresa (chroma). El matís (hue), és el color de l'espectre dominant: està relacionat amb la longitud d'onda de la llum dominant. La claredat (value), se refereix a la relativa obscuritat o claredat del color. La puresa (chroma), és l'expressió relativa o la força del

color espectral i augmenta d'acord amb la disminució dels grisos neutres.

El color del sòl és una propietat de diagnòstic important, perquè sintetitza i mostra moltes variables i condicions del perfil del sòl. El color va relacionat amb la quantitat de matèria orgànica, aireació (oxidació, reducció), porositat i composició mineral.

El diagnòstic de sòls, d'acord al color dels mateixos és el següent:

- Sòl de color negre: acumulació de matèria orgànica.
- Sòl de color vermell i groc: evidencien òxid de ferro i es presenten àmpliament en climes humits, temperats i calents; en condicions temperades els sòls són pàl·lids, mentre que es mostren radiants en climes càlids.
- Sòl de color cafè: aquesta tonalitat és comú en sòls esteparis on la matèria orgànica té saturació de calci.

Els sòls estudiats segons la Taula Munsell es corresponen al primer grup, sòls foscos, indicant, *a priori*, una elevada presència de matèria orgànica (Taula 4).

| | En sec | En humit |
|-------------------|--------------------------------|--------------------|
| Cova des Pastors | 5YR-3/2 dark reddish brow | 5YR 2,5/1 black |
| Cova des Ribellet | 5YR-2.5/2 dark reddish brow | 5YR 2,5/1 black |

Taula 4: Colors de les mostres en sec i en humit.

Table 4: Sample colours in dry and wet conditions.

COMPOSICIÓ QUÍMICA DEL SÒL

La composició química del sòl inclou la mitjana de la reacció d'un sòl (pH) i dels seus elements químics (nutrients). L'anàlisi és necessària per a una millor gestió de la fertilització d'un cultiu i per escollir les plantes més adequades per sobreviure unes determinades espècies.

El pH del sòl

La reacció d'un sòl fa referència al grau d'acidesa o basicitat del mateix i generalment s'expressa mitjançant un valor de pH del sistema sòl-aigua. El pH és la mesura de la concentració d'ions d'hidrogen [H]. Segons aquest valor, un sòl pot ser àcid, neutre o alcalí. Les propietats físiques, químiques i biològiques del sòl estan influenciades per l'acidesa o basicitat del medi, que al seu torn condicionen l'ús agronòmic del sòl. Així, la majoria de les plantes prefereixen rangs de pH de 5,5 a 7,5, però algunes espècies prefereixen sòls àcids o alcalins. No obstant això, cada planta necessita un rang de pH, on poder expressar millor la seva potencialitat de creixement.

Del pH també depenen els processos d'humificació. En funció del pH es produeixen diferents tipus de matèria orgànica del sòl i propietats que influeixen directament sobre el creixement vegetal com ara el moviment i

disponibilitat dels nutrients o els processos d'intercanvi catiónic.

El pH influeix sobre la mobilitat dels diferents elements del sòl: en uns casos disminuirà la seva solubilitat, de manera que les plantes no podran absorbir-los, en altres l'augment de la solubilitat deguda al pH, farà que per a determinats elements sigui màxima (per exemple, quan hi ha molta acidesa se solubilitza enormement l'alumini que pot assolir nivells tòxics). Cada planta necessita elements en diferents quantitats i aquesta és la raó per la qual cada planta requereix un rang particular de pH per optimitzar el seu creixement.

Els sòls de la serra de Tramuntana són de característiques bàsiques. La litologia calcària de la zona ens marca valors de pH en torn del 8,3-8,4.

Els valors de pH de les mostres són: 8,2 a la cova des Ribellet i 7,8 a la cova des Pastors.

Matèria orgànica

La matèria orgànica del sòl es considera com l'indicador més significatiu de la qualitat del sòl, sent el component més important a seleccionar entre un grup de dades mínims i necessaris per a definir la qualitat del sòl.

La matèria orgànica del sòl és fonamental per mantenir l'estructura del sòl, retenir l'aigua necessària i actuar com a reserva nutritiva. Certs usos del sòl poden disminuir de forma dràstica el contingut de matèria orgànica del sòl. Les causes principals que desencadenen aquest procés són: l'agricultura intensiva i la crema dels residus de les collites in situ.

Per determinar el contingut de matèria orgànica del sòl es procedeix a calcinar la mostra a 500°C durant 3-4 hores. La pèrdua de pes en calcinar la mostra s'atribueix a la presència de matèria orgànica. L'inconvenient d'aquesta tècnica és que les pèrdues de pes es poden deure a descomposició d'aluminosilicats, pèrdua d'aigua de constitució o pèrdua de carbonats del sòl, encara que a aquesta temperatura no hi ha dissociació de carbonats.

Generalment, un sòl amb un alt contingut de matèria orgànica presenta una gran activitat microbiana, la qual pot ser avaluada mitjançant la respiració microbiana, encara que no s'han pres mesures de respiració.

Les concentracions de matèria orgànica als sòls estudiats són molt elevades, entre els materials descartats a l'hora de prendre la mostra s'hi han trobat caragols (*Clausilia bidens* i *Oxychilus lentiformis*), un oligoquet, i arrels i fulles seques a la mostra de la cova des Ribellet i restes de diplòpodes iúlids a la mostra de la cova des Pastors. Els valors de matèria orgànica de les mostres són elevats, tal com pronosticaven els colors foscos d'aquestes; a la cova des Ribellet 63,73 g de C orgànic/Kg i a la cova des Pastors 83,96 g de C orgànic/Kg.

Carbonats

Els sòls calcaris són importants per les seves característiques i comportament específic. És el tipus de sòl més abundant a les Illes Balears. Al món representen el

30% de la seva superfície. La calcita, malgrat esser un mineral fàcilment meteoritzable, és un component freqüent en els sòls en regions àrides i semiàrides, degut a que aquests sòls tenen un règim d'humitat no percolant (xèric, arídic o ústic). La duració ecològica d'un procés d'acumulació de carbonat càlcic és molt menor que l'edat d'aquests sòls, atès que els processos de rentat no evolucionen per manca d'aigua i el desenvolupament del sòl queda frenat. Si les condicions d'humitat canviesin cap a més humitat, s'iniciaria un procés de descarbonatació i el carbonat càlcic aniria disminuint gradualment, per rentat.

Per a la seva determinació s'ha utilitzat un calcímetre de Bernard, i els resultats marquen un 12,7% a la cova des Ribellet i un 32,3% a la cova des Pastors.

Conductivitat

La conductivitat elèctrica ens dóna l'estimació sobre la quantitat de sals que conté una determinada mostra de sòl. La relació sòl-aigua dependrà de la quantitat i composició de les sals (ions carregats) presents a la mostra i pot actuar com a un element segregador de molècules d'aigua i per tant de l'aigua disponible per a la vegetació que s'instal·la sobre aquest sòl.

La conductivitat per a mostres estudiades és baixa; per a la cova des Pastors és de 368 µS/cm i per a la cova des Ribellet 300 µS/cm.

Annex II. Pteridòfits: noms en català i etimologia

Adiantum capillus-veneris L.

Adiantum vol dir: jo no me mull, perquè l'aigua rellisca per damunt les fulles coriàcies. *Capillus-veneris*, cabell de Venus, perquè és emprada des de molt antic per a evitar l'alopecà, i per conservar els cabells negres (BONAFÈ, 1977). En català, es coneix amb el noms de falzia, capil·lera, falguerola o adiant (ALOMAR, 2003).

Anogramma leptophylla (L.) Link

En català, es coneix amb el nom de falzia fina (ALOMAR, 2003).

Asplenium ceterach L.

Ceterach, nom àrab de la planta; en una sinonímia antiga, *Ceterach officinarum*, la denominació de *officinarum* vol dir medicinal (BONAFÈ, 1977). Les seves propietats medicinals estan recollides a Palau (1981). En català, es coneix amb el nom de dauradella (ALOMAR, 2003).

Asplenium onopteris L.

En català, es coneix amb el nom de falzia negra (ALOMAR, 2003).

Asplenium petrarcae (Guérin) D.C.

Dedicat al poeta Petrarca, perquè fou descoberta a Vauclusa, Provença, lloc celebrat per ell (BONAFÈ, 1977). En català, es coneix amb el nom de falzia glandulosa (ALOMAR, 2003).

Asplenium sagittatum (DC.) Bang.

En català, es coneix amb el nom de llengua de cero (ALOMAR, 2003).

Asplenium scolopendrium (L.) Newman

En català, es coneix amb el nom de llengua de cero vera (ALOMAR, 2003).

Asplenium trichomanes L.

Trichomanes, significa abundància de pèl, pel gran nombre de frondes, raquis prims i negres, semblants a cabells (BONAFÈ, 1977). En català, es coneix amb el nom de falzia roja (ALOMAR, 2003).

Polypodium cambricum L.

Polypodium, vol dir popet, al·ludint segurament als sorus arrenclerats a les fulles com les ventoses en els tentacles dels pops (BONAFÈ, 1977). En català, es coneix amb el nom de polipodi (ALOMAR, 2003).

Selaginella denticulata (L.) Spring.

Selaginella, diminutiu de *Selago*, nom donat per Plini a una mena de Sivina, per la petitesa d'aquestes plantes comparades amb els *Licopodis*. *Denticulata*, per les fulles denticulades (BONAFÈ, 1977). En català, es coneix com a molsa borda o selaginella (ALOMAR, 2003).

Agraïments

Al Dr. Jaume Vadell, membre del Departament de Biologia de la Universitat de les Illes Balears, per analitzar alguns paràmetres químics de les mostres del sòl.

Al Dr. Joaquín Ginés que ha revisat i millorat aquest text.

Al nostre company, Mateu Vadell, que ens ha acompanyat en diverses sortides i ha fotografiat algunes espècies de pteridòfits.

Part d'aquest treball s'ha vist beneficiat pel projecte de MICINN CGL2009-07392.

Bibliografia

- ALOMAR, G. (2003): *Les Falgueres de les Balears*. Quaderns de Natura de les Balears. Edicions Documenta Balear.
- BARCELÓ, M. A. (1992): Cavidades de la Serra de na Burguesa. Zona 1: S'Hostalet (Calvià, Mallorca). *Endins*, 17-18: 25-36.
- BARCELÓ, M. A.; BOVER, P.; GINARD, A.; VADELL, M.; CRESPI, D. i VICENS, D. (2003): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 5: Coma des Mal Pas (Calvià i Palma, Mallorca). *Endins*, 25: 87-106.
- BARCELÓ, M. A.; GRÀCIA, F.; CRESPI, D.; VICENS, D.; PLA, V.; GINARD, A. i CASAS, J.A. (1998): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: Coll des Pastors (Calvià, Mallorca). *Endins*, 22: 19-35.
- BOVER, P.; GINARD, A.; CRESPI, D.; VICENS, D.; VADELL, M.; SERRA, J.; SANTANDREU, G. i BARCELÓ, M. A. (2004): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 6: La mineria a la serra d'en Marill (Palma, Mallorca). *Endins*, 26: 59-82.
- BONAFÈ, F. (1977): *Flora de Mallorca*. Tom I. Editorial Moll. Palma. 363 pp.
- CAÑIGUERAL, J. (1949): Las cuevas de Campanet (Mallorca). *Ibérica*, 156: 178-182.
- CRESPI, D.; BOVER, P.; GINARD, A.; VICENS, D.; VADELL, M.; BARCELÓ, M. A. SERRA, J. i SANTANDREU, G. (2004): La mineria del guix als voltants de Palma (Mallorca). *IV Jornades del Medi Ambient de les Balears*. SHNB, 70-71.
- CRESPI, D., GINARD, A., VICENS, D., VADELL, M. i BARCELÓ, M. A. (2007): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 9: Son Boronat-L'Hostalet (Calvià, Mallorca). *Endins* 31: 141-160.
- CRESPI, D.; GRÀCIA, F.; VICENS, D.; DOT, M. A.; VADELL, M.; BARCELÓ, M. A.; BOVER, P. i PLA, V. (2001): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (2a part). Calvià -Mallorca-. *Endins*, 24: 75-97.
- CRESPI, D.; BOVER, P.; GINARD, A.; VICENS, D.; VADELL, M.; BARCELÓ, M. A. i GRÀCIA, F. (2010): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 9: Son Boronat-L'Hostalet (Calvià, Mallorca) (3a part). *Endins*, 34: XX-XX.
- DOT, M.A. i SÁNCHEZ, C. R. (2004): El carst de sa Malafetge (Calvià i Palma, Mallorca). *Endins*, 26: 105-124.
- FIOL, L. (1995): Flora de les entrades de les cavitats de Mallorca / Flora at the cavity entrances in Mallorca. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 145-153.
- GELABERT, B. (1998): *La estructura geològica de la mitad occidental de la Isla de Mallorca*. Inst. Tec. Geominero de España. 129 p. Madrid.
- GINARD, A.; PLA, V.; CRESPI, D.; VADELL, M.; BOVER, P.; BARCELÓ, M. A.; SANTANDREU, G. i VICENS, D. (2004): Pteridòfits a les entrades de cavitats de la serra de na Burguesa (Mallorca). *IV Jornades del Medi Ambient de les Balears*. SHNB, 177-178.
- GINARD, A.; CRESPI, D.; VICENS, D.; VADELL, M.; BARCELÓ, M.A. i BOVER, P. (2006): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 8: mineria als voltants des coll des Vent (Palma, Mallorca). *Endins*, 29: 99-120.
- GINARD, A.; BOVER, P.; VICENS, D.; CRESPI, D.; VADELL, M.; BARCELÓ, M.A. (2009): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 9: Son Boronat-L'Hostalet (2a part) (Calvià, Mallorca). *Endins*, 33: 105-120.
- GINART, C. i MASCARÓ, M. (1996): *Na Burguesa: un ecosistema amenaçat*. Govern Balear. Conselleria d'Educació, Cultura i Esports. 88 pàg.
- GINÉS, À. (1983): *Bioespeleologia del Karst mallorquí. Datos ecológicos preliminares*. Tesis de licenciatura. Universitat de les Illes Balears. 219 pàg. Palma. Inèdit.
- GINÉS, A. (2000): Morfologia càrstica i vegetació a la Serra de Tramuntana. Una aproximació ecològica a la dinàmica de l'exocarst. *Endins*, 23: 101-110. Palma.

- GINÉS, A. i GINÉS, P. (1992): Principals característiques climàtiques des Clot des Sero (Calvià, Mallorca). *Endins*, 17-18: 37-42.
- GINÉS, J. i GINÉS, A. (2009): Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 33: 5-18.
- GRÀCIA, F.; CRESPI, D.; BARCELÓ, M. A.; PLA, V.; CASAS, J. A. i VICENS, D. (1997): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: Puig d'en Bou (Calvià, Mallorca). *Endins*, 21: 37-49.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1986): S'Era d'Escorca (Escorca, Mallorca) i algunes cavitats veïnes. *Endins*, 12: 3-11. Palma.
- ITGE (1991): *Mapa geològic de España, E. 1:50.000. Hoja n° 698/723(IV): Palma/IIIa del Toro y Cap de Cala Figuera (Mallorca)*. Madrid.
- LLORENS, L.; GIL, L. i TÉBAR, F.J. (2007): *La vegetació de l'illa de Mallorca*. Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient. 261 pàg.
- LÓPEZ RITAS, J. y LÓPEZ MELIDA, J. (1990): *El diagnóstico de suelos y plantas. Métodos de campo y laboratorio*. Ed. Mundi-Prensa 4ª Ed. 363 p. Madrid.
- MAHEU, J. (1912): Exploration et flore souterraine des cavernes de Catalogne et des îles Baléares. *Spelunca, Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie*. 8 (67): 361-465. Paris.
- MARAÑÉS, A.; SÁNCHEZ, J.A.; DE HARO, S.; SÁNCHEZ, S.T. y LOZANO, F.J. (1994): *Análisis de suelos*. Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Almería. Almería. 130 pp.
- PALAU, P. (1981). *Les plantes medicinals baleàriques*. Ed. Moll. Palma. 100 pp.
- PEREZ-OBOL, R.; SÁEZ, LL., i YLL, E. I. (2003): Vestigis florístics postglacials a les Illes Balears i dinàmica de la vegetació holocènica. *Orsis*, 18: 77-94.
- PLASTER, E.J. (2000): *La ciencia del suelo y su manejo*. Ed. Paraninfo. Madrid. 419 p.
- PORTA, J.; LÓPEZ-ACEVEDO, M. y ROQUERO, C. (1994): *Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 807 pp.
- ROSSELLÓ, J.A. i GINÉS, À. (1980): Introducció a la brioflora dels avencs mallorquins. *Endins*, 7: 27-35. Palma.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; BOVER, P.; GINARD, A.; VADELL, M. i BARCELÓ, M.A. (2005): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 7: les coves del Pilar i les mines de guix. *Endins*, 27: 47-74.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; PLA, V.; BARCELÓ, M.A.; GRÀCIA, F.; GINARD, A. i BOVER, P. (2000): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: Puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca). *Endins*, 23: 23-40.